

66

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## ⑫ 公開特許公報 (A) 平3-263045

⑬ Int. Cl.

G 03 F 1/08  
H 01 L 21/027

識別記号

D 庁内整理番号  
7428-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)11月22日

2104-4M H 01 L 21/30 301 P

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 フォトリソグラフィ用マスク及びその製造方法

⑯ 特 願 平2-63354

⑰ 出 願 平2(1990)3月14日

⑱ 発明者 布川 満次 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑲ 発明者 羽入 勇 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内⑳ 発明者 浅井 了 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社  
内

㉑ 出願人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉒ 代理人 弁理士 北野 好人

## 明細書

## 1. 発明の名称

フォトリソグラフィ用マスク  
及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 透明ガラス基板上に遮光用金属薄膜が所定の形状にバターニングされ、前記遮光用金属薄膜の開口部に透過する露光の位相を反転させるための透明膜が位相シフタとして設けられているフォトリソグラフィ用マスクにおいて、

前記透明膜がモニタ用として前記遮光用金属薄膜上に設けられている

ことを特徴とするフォトリソグラフィ用マスク。

2. 透明ガラス基板上に、遮光用金属薄膜を所定の形状にバターニングする工程と、

全面にレジストを塗布した後、位相シフタ部及びモニタ部のバターニングを行なう工程と、

蒸着法を用いて、前記位相シフタ部の前記透明

ガラス基板上に露光の位相を反転させる位相シフタとしての透過膜を形成すると共に、前記モニタ部の前記遮光用金属薄膜上に前記透過膜をモニタ用として形成する工程と、

前記モニタ部の前記透明膜をモニタしながらエッチングを行ない、前記位相シフタ部の前記透明膜の膜厚を制御する工程と、

リフトオフ法を用いて、前記レジストを除去する工程と

を有することを特徴とするフォトリソグラフィ用マスクの製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 【摘要】

フォトリソグラフィ用マスクに係り、特に单一露光波長を用いた位相シフトマスクに関し、

位相シフトマスクにおける位相シフタとして用いる透明膜の膜厚を高精度に制御することができ、解像度を向上することができるフォトリソグラフ

イ用マスクを提供することを目的とし、

透明ガラス基板上に露光用金属薄膜が所定の形状にバターニングされ、前記露光用金属薄膜の開口部に透過する露光の位相を反転させるための透明膜が位相シフトとして設けられているフォトリソグラフィ用マスクにおいて、前記透明膜がモニタ用として前記露光用金属薄膜上に設けられてい るように構成する。

#### [産業上の利用分野]

本発明はフォトリソグラフィ用マスク及びその製造方法に係り、特に單一露光波長を用いた位相シフトマスク及びその製造方法に関する。

近年、コンピュータシステムの高速化に伴い、半導体装置の高速化及び高集積化が要求されている。こうした半導体装置の高速化及び高集積化を図るため、電子の微細化技術が重要となっている。その中でも、フォトリソグラフィ技術の占める比重は大きい。

位相シフトマスクを用いるフォトリソグラフィ

技術もその1つである。即ち、フォトリソグラフィ用マスクの開口部に透過する露光の位相を反転させることにより、解像度を向上させている。

#### [従来の技術]

従来の位相シフトマスクの製造方法を第3図に示す。

透明ガラス基板として例えば石英基板2上に、露光用金属薄膜として例えばCr(クロム)膜4 $\mu$ によって所定の設計パターン形状にバターニングする。こうして、いわゆるCrパターンが設けられたレチカルマスクを形成する(第3図(a)参照)。

次いで、全面にEB(電子ビーム)レジスト14を塗布した後、電子ビームを用いたバターニングを行なう。即ち、レチカルマスクの開口部に透過領域の一方の位相シフト部形成予定領域16のEBレジストのみを除去する(第3図(b)参照)。

を形成する。

#### [発明が解決しようとする課題]

このように、上記従来の位相シフトマスクにおいては、位相シフトとしてのS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ を所望の膜厚に制御するために、位相シフトマスクの近傍にセットしたS1基板上に同時に成長したS1O<sub>x</sub>膜を、モニタとして使用する。

しかし、蒸着によって同時に成長したS1O<sub>x</sub>膜であっても、石英基板2とS1基板との下地の違い、蒸着時の基板温度の差、セット位置の違い等を原因として、位相シフト部8のS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ とS1基板上のS1O<sub>x</sub>膜とは、屈折率等の膜質及び膜厚において、若干の差異が生じる。

従って、S1基板上のS1O<sub>x</sub>膜の膜厚を測定し、その測定値に基づいて、位相シフト部8のS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ をライト・エッチャングしても、そもそもその膜厚に差異があり、また膜質の相違によってエッチャングレートも異なるため、位相シフト部8のS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ の膜厚を精度よく制

次いで、全面に透明膜としてS1O<sub>x</sub>膜(シリコン酸化膜)12を蒸着し、それぞれ石英基板2上及びEBレジスト14上に成長する。そしてこのS1O<sub>x</sub>膜12は、位相シフト部形成予定領域16の石英基板2上においては、透過する露光の位相をシフトさせる位相シフトとしてのS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ となる(第3図(c)参照)。

なお、このとき、図示しないが、レチカルマスクの近傍にS1(シリコン)基板をセットして、このS1基板上にも、同時にS1O<sub>x</sub>膜を蒸着により成長する。そしてS1基板上のS1O<sub>x</sub>膜の膜厚を測定する。既て、この測定値に基づいてS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ をライト・エッチャングし、露光の位相を反転させるための所望の膜厚に制御する。

次いで、リフトオフ法を用いてEBレジスト14を除去し、石英基板2上の所望の透過領域にのみ所望の膜厚のS1O<sub>x</sub>膜12 $\mu$ を残存させ、位相シフト部8を形成する(第3図(d)参照)。

こうして解像度を向上させた位相シフトマスク

調することは困難であるという問題があった。

そこで本発明は、位相シフトマスクにおける位相シフタとして用いる透明膜の膜厚を高精度に制御することができ、解像度を向上することができるフォトリソグラフィ用マスク及びその製造方法を提供することを目的とする。

#### [課題を解決するための手段]

上記課題は、透明ガラス基板上に遮光用金属薄膜が所定の形状にパターニングされ、前記遮光用金属薄膜の開口部に透過する露光の位相を反転させるための透明膜が位相シフタとして設けられているフォトリソグラフィ用マスクにおいて、前記透明膜がモニタ用として前記遮光用金属薄膜上に設けられていることを特徴とするフォトリソグラフィ用マスクによって達成される。

また、透明ガラス基板上に、遮光用金属薄膜を所定の形状にパターニングする工程と、全面にレジストを塗布した後、位相シフタ部及びモニタ部のパターニングを行なう工程と、蒸着法を用いて、

位相シフタ部の透明膜の膜厚を高精度に制御することができる。

#### [実施例]

以下、本発明を図示する実施例に基づいて具体的に説明する。

第1図は本発明の一実施例によるフォトリソグラフィ用マスクを示す平面図、第2図はその一部断面図である。

透明ガラス基板として例えば石英基板2上に、遮光用金属薄膜として例えばCr膜4aが所定の設計パターン形状にパターニングされている。そしてこの設計パターン部6の周囲の4箇には、5mm×5mmの正方形のモニタ用Cr膜4bが形成されている。

また、設計パターン部6に設けられている開り合う透過領域の一方の石英基板2上には、例えば透明膜としてS1O<sub>x</sub>膜12aが形成され、位相シフタ部8を形成している。このS1O<sub>x</sub>膜12aの厚さtは、その屈折率をn、露光波長を入と

前記位相シフタ部の前記透明ガラス基板上に露光の位相を反転させる位相シフタとしての透過膜を形成すると共に、前記モニタ部の前記遮光用金属薄膜上に前記透過膜をモニタ用として形成する工程と、前記モニタ部の前記透明膜をモニタしながらエッチングを行ない、前記位相シフタ部の前記透明膜の膜厚を制御する工程と、リフトオフ法を用いて、前記レジストを除去する工程とを有することを特徴とするフォトリソグラフィ用マスクの製造方法によって達成される。

#### [作用]

すなわち本発明は、透明ガラス基板上に遮光用金属薄膜がパターニングされ、位相シフタ部には透過する露光の位相を反転させるための透明膜が位相シフタとして形成されているフォトリソグラフィ用マスクにおいて、モニタ部が設けられ、このモニタ部の遮光用金属薄膜上に、位相シフタ部の透明膜と同じ透明膜がモニタ用として形成されていることにより、このモニタ用透明膜を用いて

すると、

$$t = \lambda / 2(n - 1)$$

となっており、透過する露光の位相を反転させるようになっている。

そしてモニタ用Cr膜4b上にも、位相シフタ部8のS1O<sub>x</sub>膜12aと同質かつ同一膜厚のモニタ用S1O<sub>x</sub>膜12bが形成され、モニタ部10が形成されている。

このように本実施例によれば、同一のフォトリソグラフィ用マスク内にモニタ部10が設けられ、位相シフタ部8のS1O<sub>x</sub>膜12aと同質かつ同一膜厚のモニタ用S1O<sub>x</sub>膜12bが形成されているため、このモニタ用S1O<sub>x</sub>膜12bを用いて、例えば屈折率等の膜質や膜厚を測定することにより、実験に位相シフトさせるためのS1O<sub>x</sub>膜12aの膜質や膜厚を正確かつ容易に知ることができる。

なお、本実施例においては、設計パターン部6の周囲の4箇にモニタ部10が設けられ、モニタ用Cr膜4b上にモニタ用S1O<sub>x</sub>膜12bが成

展されているが、このモニタ部10の設置数は少なくとも1箇所あればよく、何箇所設置するかは測定精度との相関によって決定すればよい。また、その設置場所も、設計上許容されるならば、設計パターン部6内部に設けててもよい。

次に、第2図を用いて、第1図に示すフォトリソグラフィ用マスクの製造方法を説明する。

石英基板2上の全面にCr膜を付けたマスクブランクをバーニングして、所定の設計パターン形状のCr膜4aを形成する。そして同時に、設計パターン部の周囲の4箇所にも、 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ の正方形のモニタ用Cr膜4bを形成する(第2図(a)参照)。

次いで、全面にEBレジスト14を塗布した後、電子ビームを用いて、バーニングを行なう。即ち、設計パターン部に設けられている開り合う透過領域の一方の位相シフト部形成予定領域16のEBレジストを除去する。同時に、モニタ用Cr膜4b上のモニタ部形成予定領域18のEBレジストも除去する(第2図(b)参照)。

このため、モニタ用S10、膜12bの例えは屈折率n等の膜質や膜厚tの測定を行なう。このとき、モニタ用S10、膜12bは、同一の材質である石英基板2上ではなく、モニタ用Cr膜4b上に形成されているため、容易に光学的な測定を行なうことができる。

また、モニタ用Cr膜4bは $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ の正方形であり、従ってその上に成膜したモニタ用S10、膜12bの大きさも十分大きくとることができるために、その測定は容易に行なうことができる。因みに、測定器としてルドルフ社製のエリブソメータを使用する場合には $120\mu\text{m}$ 以上での試料サイズが必要であり、また大日本スクリーン社製のスエース(商品名)を使用する場合には $2.5\mu\text{m}$ 以上が必要である。従って、測定に必要な試料サイズは十分容易に確保される。

こうしてモニタ部10のモニタ用S10、膜12bをモニタしながらHFの水溶液を用いてエッチングを行ない、S10、膜12aを所望の膜厚に制御する。

次いで、全面に透明膜として所望の膜厚のS10、膜を蒸着して、石英基板2上、モニタ用Cr膜4b上、及びEBレジスト14上に、それぞれS10、膜12を成膜する。そしてこのS10、膜12は、石英基板2上においては露光の位相をシフトするためのS10、膜12aとなって位相シフト部8を形成し、またモニタ用Cr膜4b上においてはモニタ用S10、膜12bとなってモニタ部10を形成する(第2図(c)参照)。

ところで、波長入の露光の位相を反転させるためには、S10、膜12aの厚さtを

$$t = \lambda / 2 (n - 1)$$

とする必要があるが、その膜厚制御を蒸着において行なうことは極めて困難である。そのため、通常は、蒸着においては僅かに厚めに成膜しておいて、その後のライト・エッティングにより膜厚制御を行なうことにしている。従って、このエッティング条件を設定するためには、蒸着後のS10、膜12aの膜質及び膜厚tを正確に知る必要がある。

次いで、リフトオフ法を用いて、EBレジスト14を除去する。こうして、石英基板2上の所望の透過領域に位相シフト部8を形成し、そのS10、膜12aを露光の位相を反転させるために必要な所望の膜厚tに調整した位相シフトマスクを作製する(第2図(d)参照)。

なお、本発明者らは、念の為、位相シフト部8のS10、膜12aとモニタ部10のモニタ用S10、膜12bとの膜厚の相関を調べた。

即ち、大日本スクリーン社製のスエースを使用して反射率の波長依存特性を測定し、そのデータからそれぞれの膜厚を求めると、位相シフト部8のS10、膜12aの膜厚は2576Åであり、モニタ部10のモニタ用S10、膜12bの膜厚は2579Åであった。これは誤差の範囲内であり、ほぼ同一の膜厚といつてよい。

このように本実施例によれば、位相シフト部8のS10、膜12aと同時に成膜したモニタ部のモニタ用Cr膜4b上のモニタ用S10、膜12bをモニタとして用いることによって、位相シフ

タ部8のSiO<sub>2</sub>膜12aを所望の膜厚に高精度に制御することができる。

## 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、同一のフォトリソグラフィ用マスク内に設けられたモニタ部に、位相シフト部の透明膜と同質かつ同一膜厚の透明膜が成膜されているため、このモニタ部の透明膜をモニタとして用いることにより、位相シフト部の透明膜を所望の膜厚に高精度に制御することができる。

これにより、高精度の位相シフトマスクによる高解像度のフォトリソグラフィを実現することができ、半導体装置の高速化及び高集積化に寄与することができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例によるフォトリソグラフィ用マスクを示す図。

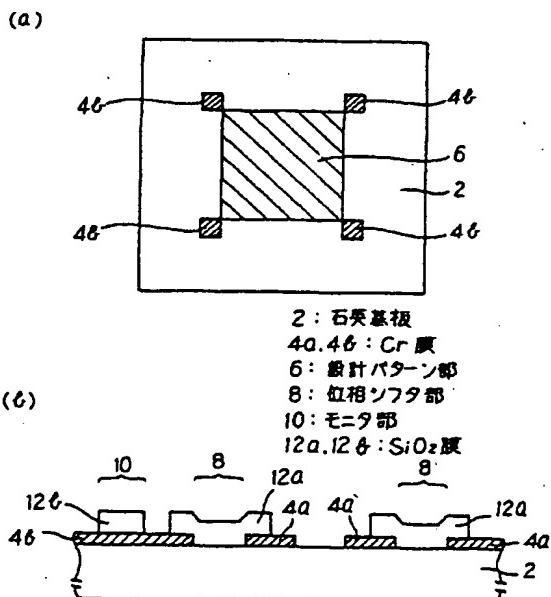
第2図は第1図のフォトリソグラフィ用マスク

の製造方法を示す工程図。

第3図は従来のフォトリソグラフィ用マスクの製造方法を示す工程図である。

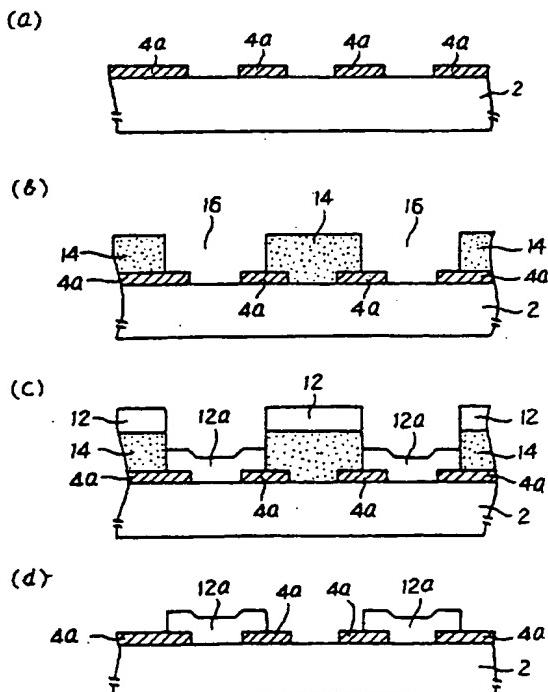
図において、

- 2 ……石英基板、
- 4a, 4b ……Cr膜、
- 6 ……設計パターン部、
- 8 ……位相シフト部、
- 10 ……モニタ部、
- 12, 12a, 12b ……SiO<sub>2</sub>膜、
- 14 ……EBレジスト、
- 16 ……位相シフト部形成予定領域、
- 18 ……モニタ部形成予定領域、



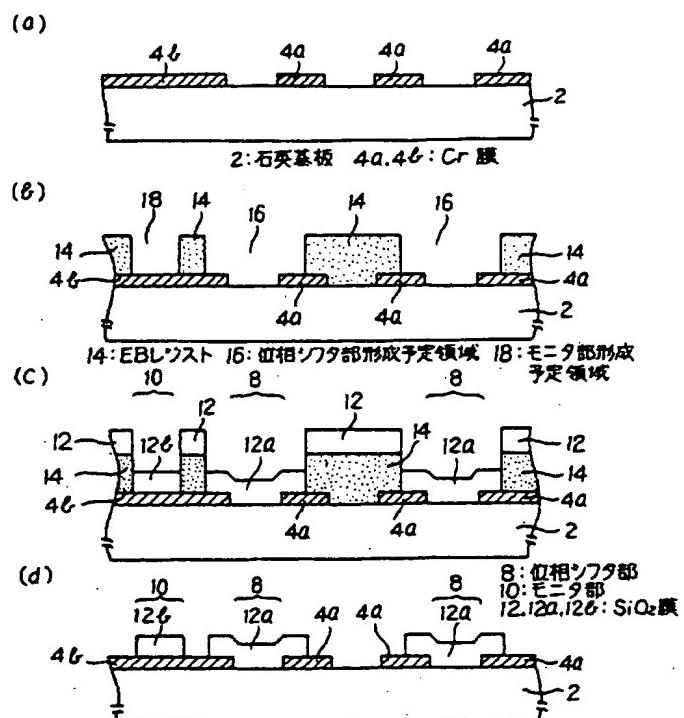
平発明の一実施例によるフォトリソグラフィ用マスクを示す図

第 1 図



従来のフォトリソグラフィ用マスクの製造方法を示す工程図

第 3 図



第1図のフォトリソグラフィ用マスクの製造方法を示す工程図

第 2 図